

Veterinär-Anatomisches Institut, Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. Josef Frewein

Der Sympathicusgrenzstrang und seine Äste an die Bauch- und Beckeneingeweide beim Gerbil (*Meriones unguiculatus*)

Von

BEATRIX NABHOLZ und JOSEF FREWEIN

Mit 3 Abbildungen

(Eingegangen am 20. November 1975)

Einleitung

Meriones unguiculatus, die mongolische Wüstenrennmaus oder der Gerbil, gehört nach GRZIMEK (1969) in die Gattung der *Meriones* (Sand- oder Wüstenmäuse) aus der Familie der Cricetidae (Wühler). Eine Übersicht über die in der Literatur zusätzlich verwendeten Bezeichnungen für diese Tierart findet sich bei FREYENMUTH (1974).

Der Gerbil ist ein kleines Wüstennagetier. Er ist braun, 12—14 cm lang, schlanker als der Goldhamster und hat einen langen, behaarten Schwanz. In der Natur ernährt er sich von Körnern, Wurzeln und Gräsern. Ursprünglich war er in der Mongolei und in den nördlichen Teilen von China beheimatet, hat sich nun aber auch in Afrika, im mittleren Osten, in Südrußland und in Zentral- und Ostasien weit verbreitet. Da er in gewissen Gebieten zu einer Plage geworden ist, wurden in Amerika strenge Haltungsvorschriften für dieses Versuchstier erlassen (RICH, 1971). Er wird seit 1935 erfolgreich als Versuchstier gezüchtet und wird immer intensiver und in immer mehr Sparten der medizinischen Forschung eingesetzt. Er ist angenehm im Umgang, da er nicht bissig ist und schnell zutraulich wird. Als Wüstentier kommt er mit sehr wenig Wasser aus und uriniert entsprechend wenig. Das vereinfacht die Pflege und Sauberhaltung der Käfige. Mit einer guten Empfänglichkeit für pathogene Bakterien, Viren, Protozoen und Helminthen bringt er alle Voraussetzungen für ein sehr vielseitig einsetzbares Versuchstier mit. Auch bei Studien über Arteriosklerose, über hormonelle Wirkungen, über Zahnkaries und in der Krebsforschung u. a. wurde er mit Erfolg eingesetzt. In der Verhaltensforschung wird der Gerbil gerne benützt, weil er sehr aktiv und neugierig sowie gelehrig ist.

Über den Gerbil liegen bereits eingehende Untersuchungsergebnisse vor, und zwar über deren Zucht, Haltung, Fortpflanzung und Lebensdauer (MARSTON/CHANG, 1965; ALLANSON, 1970; KUEHN/ZUCKER, 1968; ARRINGTON et al., 1973). Anatomische Untersuchungen wurden angestellt über das

* Dissertation von BEATRIX NABHOLZ unter Leitung von JOSEF FREWEIN an der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich. Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. JOSEF FREWEIN, Referent; Prof. Dr. Dr. h. c. HUGO STÜNZLI, Korreferent.



Körpergewicht, die Organgrößen und -gewichte (KRAMER, 1964), über die Entwicklung des Haarkleides und des Nabeldrüsenfeldes (FELDMAN/MITCHELL, 1968) und über die postnatale Entwicklung bis zum 30. Lebenstag (EHRAT/WISSDORF/ISENBUEGEL, 1974). Ebenso wurden der Hals, die Brust, die Brustorgane, die Bauchorgane und ihre Blutversorgung sowie die Harn- und männlichen Geschlechtsorgane einer anatomischen Untersuchung unterzogen (FREY-ENMUTH, 1974; SCHENDEL, 1972; RUEDLINGER, 1974). RICH (1971, 1972) stellte eine Übersicht über die bereits vorliegende, weitgefächerte Literatur über den Gerbil zusammen.

In der Forschung über das vegetative Nervensystem werden in zunehmendem Maße die Nagetiere herangezogen (FORSSMANN/ROUILLER, 1966; HUBBART, 1974). Umfassende und detaillierte Beschreibungen der Anatomie ihres vegetativen Nervensystems fehlen jedoch weitgehend. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse über die Morphologie des Sympathicus sollen dazu beitragen, daß der Gerbil auch in dieser Forschungsrichtung in vermehrtem Ausmaß eingesetzt werden kann.

Material und Technik

Die Präparation des Sympathicus wurde an 17 erwachsenen Gerbils beiderlei Geschlechts unter dem Stereomikroskop (3–30fache Vergrößerung) durchgeführt. Die Darstellung der Nerven gelingt bei Tieren, die mit 4 %igem Formalin fixiert wurden, auch ohne selektive Nervenfärbung wesentlich besser, als bei frisch getöteten Tieren. Um die feinsten Blutgefäßäste von den Nerven rasch unterscheiden zu können und um die topographischen Verhältnisse zwischen dem Blutgefäßsystem und dem Sympathicus besser darstellen zu können, wurden bei weiteren 3 Gerbils die Arterien vom linken Ventrikel des Herzens aus mit Latex injiziert. Für die Herstellung von Korrosionspräparaten des arteriellen Anteils des Blutgefäßsystems wurden an 2 weiteren Tieren in gleicher Weise Plastoid injiziert.

Die exakte Abgrenzung und Lagebeziehung des Ggl. pelvinum wurde an histologischen Querschnittserien durch das Becken zweier erwachsener Gerbils durchgeführt (Alaun-Eosinfärbung, Trichrom-Färbung nach Masson-Goldner und Masson-Elastin-Färbung).

Befunde

Die Pars cervicalis

Die Pars cervicalis des Sympathicus reicht jederseits vom Ggl. cervicale craniale in der Nähe der Schädelbasis bis zum Ggl. cervicale caudale, welches beim Gerbil wie bei den übrigen Nagetieren und Haussäugetieren den kranialsten Abschnitt des Ggl. stellatum bildet und dorsal in der Apertura thoracis cranialis liegt.

Ggl. cervicale craniale

Bei unseren Haussäugetieren liegt das Ggl. cervicale craniale nach SEIFERLE (1975) ventral vom Os occipitale und in enger Nachbarschaft zu den durch das Foramen jugulare austretenden Nn. glossopharyngeus, vagus und accessorius. Außer mit den letzten vier Gehirnnerven steht es beim Hund auch mit dem ersten Halsnerven (STROMBERG, 1968) und beim Rind mit den ersten zwei Halsnerven in direkter Verbindung (SCHREIBER, 1959). Bei der Ratte konnte BROEK (1907) einen feinen Verbindungsast an den N. glossopharyngeus, beim Kaninchen hingegen keinerlei Verbindungsäste darstellen. Beim Menschen sind stets Verbindungen zu den letzten vier Gehirnnerven und ersten vier Halsnerven nachweisbar (CLARA, 1953; GRAY, 1973).

Beim Gerbil ist das große Ggl. cervicale craniale (Abb. 1/10) walzenförmig und erreicht eine Länge von 2,5 mm und einen Durchmesser von 0,75 mm. Seine Längsachse ist parallel zur A. carotis interna ausgerichtet und liegt dieser von ihrem Ursprung aus der A. carotis communis bis zur Abgabe der A. stapediale rostral und medial an. Die genannten Gefäße ihrerseits lagern sich der medialen Fläche der weit nach kaudal und ventral ausladenden Bulla tympanica an. Die Abgänge der großen Äste aus dem Ggl. cervicale

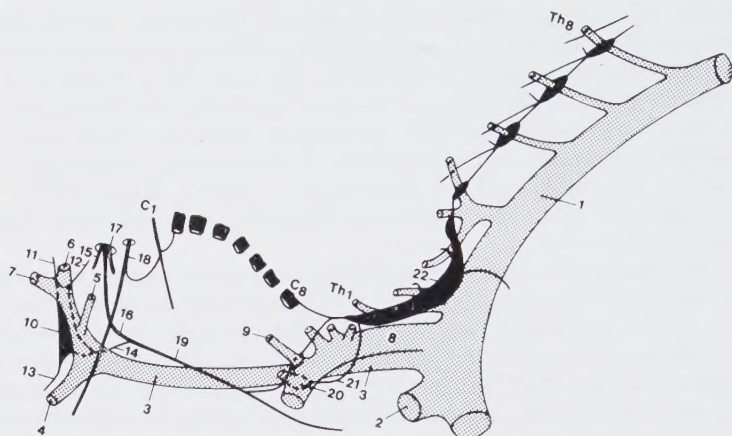


Abb. 1. Pars cervicalis und Pars thoracica des Sympathicus des Gerbil. Schematisch von links, 3,6fach vergrößert

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aorta thoracica | 12. N. jugularis |
| 2. Truncus brachiocephalicus | 13. N. caroticus externus |
| 3. A. carotis communis sinistra | 14. Pars cervicalis tr. sympathici |
| 4. A. carotis externa | 15. N. glossopharyngeus |
| 5. A. occipitalis | 16. N. vagus |
| 6. A. carotis interna | 17. N. accessorius |
| 7. A. stapediales | 18. N. hypoglossus |
| 8. A. subclavia sinistra | 19. Truncus vago-sympathicus |
| 9. A. cervicalis superficialis | 20. Ganglion cervicale medium |
| 10. Ganglion cervicale craniale | 21. Ansa subclavia |
| 11. N. caroticus internus | 22. Ganglion stellatum |

craniale konzentrieren sich auf seine beiden Pole. Aus dem dorsalen Pol entspringen nach rostrodorsal der N. caroticus internus (Abb. 1/11), welcher mit der A. carotis interna in die Schädelhöhle tritt, und nach kaudodorsal der N. jugularis (Abb. 1/12), der den durch das Foramen jugulare hindurchtretenden Gehirnnerven IX-XI die sympathischen Fasern durchführt. Aus dem rostralen Anteil des ventralen Poles des Ggl. cervicale craniale trennt sich der N. caroticus externus (Abb. 1/13) und begleitet in rostroventraler Richtung die A. carotis externa.

Rami communicantes zu irgendwelchen Halsnerven oder ein Begleitnerv für die A. stapediales konnten bei keinem der Präparate gefunden und dargestellt werden.

Der makroskopisch ganglienfreie Teil des Hals-sympathicus

Bei unseren Haussäugetieren verläuft dieser Abschnitt des Sympathicus dem Halsteil des N. vagus eng angelagert, und beide zusammen bilden jederseits den Truncus vago-sympathicus (GRAU, 1943; SEIFERLE, 1975). Beim Kaninchen (BROEK, 1907; BARONE et al., 1973) und der Ratte hingegen (GREENE, 1968) bleiben diese beiden Nerven wie beim Menschen (GRAY, 1973) auch im Halsbereich selbständig.

Das Ggl. cervicale craniale ist kaudoventral zu einer leichten Spitze ausgezogen, von welcher der lange, makroskopisch ganglienfreie Anteil des Hals-sympathicus (Abb. 1/14) entspringt und die Verbindung zwischen dem vorderen und dem mittleren Halsganglion herstellt. Dieser Anteil des Hals-sympathicus kreuzt, durch die Lage des Ggl. cervicale craniale bedingt, die A. carotis interna medial und trifft kaudal von diesem Gefäß auf den N. vagus (Abb. 1/16). Dieser ist um ein Mehrfaches dicker als der Sympathicus und kommt in einem flachen, kaudal konkaven Bogen vom Foramen jugulare.

Knapp kaudal von der A. carotis interna vereinigen sich der N. vagus und der Sympathicus stets zum Truncus vagosympathicus (Abb. 1/19), welcher der A. carotis communis zuerst an deren dorsalen, im mittleren Halsbereich an deren lateralen Fläche angelagert ist. Ungefähr in Höhe des 4. Halswirbels trennen sich die beiden Nerven wieder in einem sehr spitzen Winkel voneinander. Der N. vagus kreuzt die A. subclavia jeder Seite ventral und gelangt in die Brusthöhle. Im Sympathicus kommt es vor Eintritt in die Brusthöhle, im Gegensatz zum Pferd (SEIFERLE, 1975), konstant zur Ausbildung eines Ggl. cervicale medium.

Ggl. cervicale medium

Dieses Ganglion (Abb. 1/20) präsentiert sich als eine kleine, linsenförmige Verdickung mit einem Durchmesser von maximal $3/4$ mm und liegt in Höhe der Apertura thoracis cranialis oder knapp kranial davon zwischen der A. carotis communis und der A. subclavia jeder Seite. Aus seiner kaudalen und dorsalen Begrenzung entspringen nach kaudal je ein Nervenstrang, welche nach Umfassen der A. subclavia in das kraniale Ende des Ggl. stellatum (Abb. 1/22) einmünden. Beide Schenkel zusammen stellen die Ansa subclavia (Abb. 1/21) dar. Im dorsalen Schenkel der Ansa subclavia kommt es häufig zu einer weiteren Aufspaltung, deren Anteile den Ursprung der A. cervicalis superficialis medial und lateral umfassen.

Der Zugang zur Pars cervicalis

Der Hautschnitt wird etwa 2 mm dorsal der Drosselrinne und parallel zu ihr gelegt. Nach Entfernung der subkutanen Fettpolster werden im kranialen Bereich der Lymphknoten des Lymphocentrum mandibulare, die Gl. mandibularis sowie die V. jugularis externa mit ihrer Aufteilung nach ventral und die Gl. parotis nach dorsal verlagert. Nach Durchtrennung des M. sternocephalicus erreicht man zwischen dem M. brachiocephalicus und dem M. sternohyoideus und unter dem M. omohyoideus die A. carotis communis und den Truncus vagosympathicus. Erst wenn man den letztgenannten Muskel und den M. digastricus entfernt, wird es möglich, medial von der großen Bulla tympanica bis an das Ggl. cervicale craniale vorzudringen. Verfolgt man den Tr. vagosympathicus nach kaudal und den dorsalen Schenkel der Ansa subclavia bis in den kranialen Brusteingang, so erreicht man, zwischen der 1. Rippe und dem M. longus colli eingelagert, den kranialsten Anteil des Ggl. stellatum. Wegen seiner Ausdehnung bis zum 4. Interkostalraum nach kaudal wird es in seiner Gesamtheit erst dann gut zugänglich, wenn von der entsprechenden Seite her neben der Vordergliedmasse auch noch die ersten Rippen wenigstens in ihrem dorsalen Bereich entfernt werden können.

Die Pars thoracica

Ggl. stellatum

Das Ggl. stellatum (Abb. 1/22) entsteht wie bei den Haussäugetieren jederseits durch Verschmelzung des Ggl. cervicale caudale mit den ersten Brustganglien. Beim Gerbil ist es schlank und spindelförmig, weshalb es trotz der Präparation unter der Lupe nicht immer möglich ist, exakt anzugeben, ob außer den ersten drei Brustganglien auch das 4. Brustganglion noch Bestandteil des Ggl. stellatum, oder ob die leichte Einschnürung vor dem 4. Brustganglion bereits als Ramus interganglionaris anzusprechen ist. Es ist bis zu $3/4$ mm hoch, 4 mm lang, in transversaler Richtung leicht abgeplattet und erstreckt sich von der 1. bis zur 4. Rippe. Dabei liegt es den Rippenköpfchen dieser Rippen ventral und dem M. longus colli ventrolateral dicht an und ist

wegen der beim Gerbil ventral stark konvexen Hals-Brustkrümmung der Wirbelsäule in gleicher Weise abgebogen. Bei einzelnen Tieren ist der kaniale Teil des Ggl. stellatum zudem nach ventral abgeknickt. Aus der dorsalen Begrenzung des Ggl. stellatum treten die Rr. communicantes zu den ersten Brustnerven und sind wegen ihrer Kürze oft sehr schwer darzustellen. Aus dem kranialen Pol entspringt außer dem dorsalen Schenkel der Ansa subclavia der N. vertebralis, der als Sammelstrang die Rami communicantes zu den Halsnerven bringt und mit der A. vertebralis kranialwärts zieht. Sein kraniales Ende sowie sein topographisches Verhalten und sein Feinaufbau sollen in weiteren Untersuchungen näher abgeklärt werden. Der ventrale Schenkel der Ansa subclavia trennt sich von der ventralen Kante des Ggl. stellatum in der Nähe des kranialen Poles ab. Äste an die Brusteingeweide verlassen den ventralen Rand des Ggl. stellatum in unterschiedlicher Zahl (1—3) und an unterschiedlichen Stellen.

Bei der Katze, Hund, Pferd und Ziege (FISCHER, 1906) sowie beim Rind (FREWEIN, 1963) ist am Brustteil des Grenzstranges durch die regelmäßige Ausbildung der Grenzstrangganglien in jedem Segment die segmentale Gliederung deutlich erkennbar. Die Rr. interganglionares sind oft in zwei bis drei parallel verlaufende Anteile aufgespalten. Das gleiche Verhalten zeigen die Rr. communicantes, wobei jedoch selbst mit der Lupe keiner dieser Anteile als R. communicans albus oder R. communicans griseus angesprochen werden könnte.

Vom kaudalen Ende des Ggl. stellatum an ist die Pars thoracica des Sympathicus (Abb. 1) bis zum Übertritt über das Zwerchfell beiderseits der Wirbelsäule im Bereich der Wirbel-Rippen-Gelenke angelagert und von der Fascia endothoracica sowie von der Pleura bedeckt. Vom 10. Brustsegment an wird der Grenzstrang lateral und ventral vom kranialsten Abschnitt des M. psoas minor überlagert. Die regelmäßig segmental angeordneten Ganglien sind reiskornförmig und erreichen eine Länge von $\frac{1}{2}$ bis 1 mm, das entspricht ungefähr der Breite einer Rippe. In der Regel liegen diese Ganglien auf der Höhe der entsprechenden Aa. intercostales und sind diesen meist lateral angelagert. Besonders im mittleren Brustbereich (Th₆ und Th₇) konnte immer wieder beobachtet werden, daß die A. intercostalis an der Kreuzungsstelle mit dem Sympathicus von dem Grenzstrangganglion ringförmig umfaßt und eingeschlossen wurde.

Die Rami interganglionares sind durchwegs einheitlich ausgebildet. An den Rami communicantes ist selbst mit der Präparierlupe keine Unterscheidung in Rr. communicantes albi und Rr. communicantes grisei durchführbar. Alle Thorakalganglien des Grenzstranges sowie die thorakalen Anteile des Ggl. stellatum sind mit je einem kurzen Ramus communicans mit dem Thorakalnerven ihres Segmentes verbunden. Diese kurzen, geraden Rami communicantes begleiten die Aa. intercostales in der Regel kaudal. Die Grenzstrangganglien des 6.—12. Brustsegmentes stehen außerdem noch mit dem Brustnerven des kranial von ihnen gelegenen Segmentes in Verbindung. Dieser Ramus communicans besitzt den gleichen Durchmesser wie der kurze, gerade Verbindungsast, ist aber wesentlich länger und zieht kraniodorsal. Dabei liegt er dem Wirbelkörper dicht an und kreuzt die A. intercostalis des vorangehenden Segmentes medial.

Der Zugang zur Pars thoracica

Nach Eröffnung der Brusthöhle von der Seite oder von ventral und nach Verlagerung der Lungen ist der kraniale und mittlere Anteil des Grenzstranges durch die Pleura hindurch deutlich zu erkennen. Nur bei besonders gut genährten Tieren ist in seiner Umgebung Fett ausgebildet, wodurch er erst nach einigem Präparieren von diesem isoliert werden kann. Nach Ventralverlage-

rung der Zwerchfellkuppel und Abpräparieren des *M. psoas minor* wird auch der kaudale Anteil der Pars thoracica des Grenzstranges zugänglich.

Die Pars abdominalis

Nach dem Übertritt über den gleichseitigen Zwerchfellpfeiler ist die Pars abdominalis des Grenzstranges (Abb. 2) der Wirbelsäule ventrolateral angelagert und wird lateral von der stark entwickelten Psoasmuskulatur bedeckt. An der linken Seite verläuft der Grenzstrang (Abb. 2/12) parallel zur Aorta abdominalis und 1—2 mm dorsal von ihr, rechts begleitet er ebenfalls dorsal die V. cava caudalis. Die segmentalen Lumbalgefäße kreuzen den Grenzstrang jeder Seite medial.

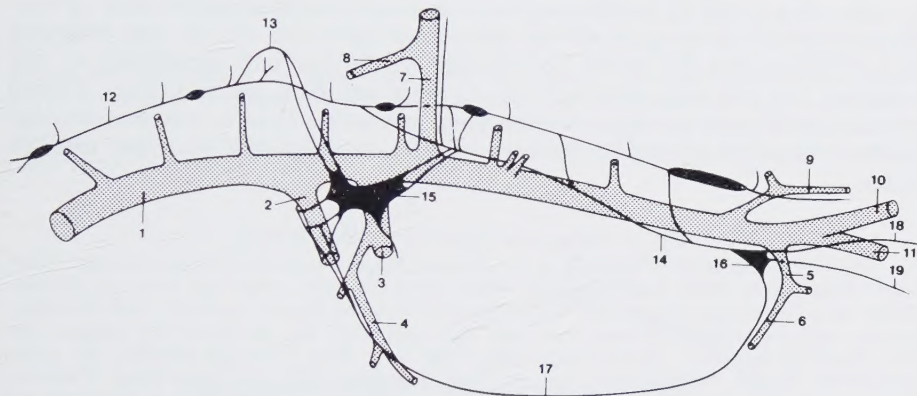


Abb. 2. Pars abdominalis des Sympathicus des Gerbils. Schematisch von links, 3,6fach vergrößert

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Aorta abdominalis | 11. Rechte A. iliaca communis |
| 2. A. coeliaca | 12. Truncus sympathicus |
| 3. A. mesenterica cranialis | 13. N. splanchnicus major |
| 4. A. colica media | 14. N. splanchnicus lumbalis |
| 5. A. mesenterica caudalis | 15. Ganglion coeliacum und
Ganglion mesentericum craniale |
| 6. A. colica sinistra | 16. Ganglion mesentericum caudale |
| 7. A. renalis | 17. Truncus intermesentericus |
| 8. A. suprarenalis | 18. Linker N. hypogastricus |
| 9. A. sacralis mediana | 19. Rechter N. hypogastricus |
| 10. Linke A. iliaca communis | |

In der Pars abdominalis des Grenzstranges ist durch das Verschmelzen zweier oder mehrerer Lumbalganglien die segmentale Gliederung äußerlich nicht erkennbar. Die Anzahl der Grenzstrangganglien ist stets kleiner als die Zahl der Lendensegmente und variiert von Tier zu Tier von 3 bis zu 5 Ganglien. Die Ganglien stellen sich stets als leicht spindelförmige Auftreibungen im Verlauf des Grenzstranges dar. Ihre Länge schwankt von 1—4 mm und hängt von der Anzahl der miteinander verschmolzenen Segmentganglien ab. Die Rami interganglionares sind ähnlich wie bei der Katze (FISCHER, 1906) einheitlich, und eine Aufspaltung in Parallelstränge, wie sie bei Pferd (FISCHER, 1906) oder Rind (FREWEIN, 1962) vorkommen, konnte nicht beobachtet werden.

N. splanchnicus major

Der *N. splanchnicus major* (Abb. 2/13) trennt sich kaudal des Zwerchfells auf Höhe des 2. Lendenwirbels vom Grenzstrang ab, zieht über die mediale Fläche der Nebenniere und mündet, meist in 2 oder 3 Äste aufgespalten, in

den kraniodorsalen Pol des Ggl. coeliacum. An die Nebenniere gibt er dabei mehrere kurze, starke Äste ab. Trotz mehrerer Versuche konnte präparatorisch nicht festgestellt werden, von welchen Brustsegmenten des Grenzstranges die Fasern des N. splanchnicus major stammen.

Weitere Fasern aus dem 3. bis 5. Lendenganglion des Grenzstranges verbinden sich bei verschiedenen Tieren in unterschiedlicher Weise und treten von kaudodorsal in das Ggl. mesentericum craniale (Abb. 2/15) ein. Ein Teil dieser Fasern biegt am Ursprung der A. renalis lateral um und erreicht mit diesem Gefäß die Niere. Ein makroskopisch sichtbares Ggl. aorticorenale ist in dieser Verlaufsstrecke nicht feststellbar.

Nn. splanchnici lumbales

Aus dem 3. bis 6. Lendenganglion des Grenzstranges spalten sich in kaudoventraler Richtung mehrere Nn. splanchnici lumbales ab, die sich jederseits an der Seitenfläche der Aorta abdominalis vereinigen und gemeinsam in den kranialen Pol des Ggl. mesentericum caudale münden. Im kranialen Bereich stehen diese Fasern in enger Verbindung mit jenen Fasern, welche von den gleichen Grenzstrangganglien stammen und an das Ggl. mesentericum craniale ziehen.

Ggl. coeliacum und Ggl. mesentericum craniale

Das Ggl. mesentericum craniale ist bei unseren Haussäugetieren (Katze: FISCHER, 1906; Hund: STROMBERG, 1968; Rind: FREWEIN, 1962; Pferd: FISCHER, 1906) ein unpaarer Knoten, welcher den Ursprungsabschnitt der A. mesenterica cranialis kaudal umfaßt. Nach denselben Autoren steht es kranial jederseits mit dem Ggl. coeliacum bei der Katze in lockerer und beim Hund in intensiver Verbindung, beim Pferd sind diese Ganglien jederseits zu einem einheitlichen Knoten verschmolzen. Bei der Ziege (FISCHER, 1906) und beim Rind (FREWEIN, 1963) sind die Ganglienzellen besonders des Ggl. coeliacum in vielen kleinen Gruppen zusammengefaßt und in das dichte, jederseits dem Anfangsabschnitt der A. coeliaca aufgelagerte Nervengeflecht eingelagert. Auch um die A. coeliaca herum stehen die Geflechte der beiden Seiten miteinander in Verbindung.

Auch beim Gerbil liegt das unpaare Ggl. mesentericum craniale der Kaudalwand der A. mesenterica cranialis sofort nach deren Ursprung aus der Aorta abdominalis an, reicht kranial auf die Seitenwand dieses Gefäßes und ist mit dem Ggl. coeliacum jeder Seite untrennbar verschmolzen (Abb. 2/15). Auf diese Weise entsteht jederseits ein ovales, in transversaler Richtung abgeflachtes Ganglion mit einer Dicke bis zu 1 mm, einer Höhe von 1,5 mm und einer Länge von 2 mm. Der dem Ggl. coeliacum entsprechende vorderste Abschnitt erreicht mit seinen Ausläufern die Hinterwand, bei manchen Tieren auch die Seitenfläche der A. coeliaca.

In den kraniodorsalen Rand treten die Anteile des N. splanchnicus major, in das kaudodorsale Ende Fasern aus der Pars abdominalis des Grenzstranges — und zwar vom 3. bis 5. Lendensegment — ein. Kranioventral und ventral verlassen zahlreiche Äste das Ggl. coeliacum und Ggl. mesentericum craniale und gelangen mit den Ästen der beiden gleichnamigen Arterien an die Organe. An der A. colica media formiert sich sehr bald ein unpaarer einheitlicher Nerv, welcher über dieses Gefäß hinweg an die A. colica sinistra zieht und entlang dieses Gefäßes das Ggl. mesentericum caudale (Abb. 2/16) erreicht. Dieser Nerv stellt den N. intermesentericus (Abb. 2/17) dar und entspricht jenem Anteil der Verbindung zwischen den beiden Gekröseganglien, die beim Pferd (DYCE, 1952) als Truncus colicus bezeichnet wird. Der Hauptanteil der Verbindung zwischen den genannten Ganglien verläuft auch beim Pferd wie beim Hund (STROMBERG, 1968), Rind (FREWEIN, 1962) und Menschen (CLARA, 1953; GRAY, 1973) entlang der Ventralfläche der Aorta abdominalis. Dieser Anteil konnte jedoch beim Gerbil nicht festgestellt werden.

Ggl. mesentericum caudale

Das Ggl. mesentericum caudale (Abb. 2/16, 3/15) ist wie bei den Haus- säugetieren und beim Menschen ein unpaarer Knoten. Es liegt der Vorderfläche der A. mesenterica caudalis dicht an und reicht dorsal bis an die Aorta abdominalis. Das flache Ganglion ist in der Ansicht von kranioventral dreieckig bis rundlich und besitzt einen Durchmesser bis zu $\frac{3}{4}$ mm. Mit dem Grenzstrang jeder Seite steht es über die Nn. splanchnici lumbales, mit dem Ggl. mesentericum craniale über den Tr. intermesentericus (Abb. 2/17) und mit dem Ggl. pelvinum (Abb. 3/18) jeder Seite über die beiden Nn. hypogastrici (Abb. 3/16, 17) in Verbindung.

Die Pars pelvina et caudalis

Bei Katze, Hund und Ziege nähern sich nach FISCHER (1906) im Becken die Grenzstränge der beiden Seiten so weit, daß es median sowohl im Bereich von Ganglien wie auch im Bereich der Rr. interganglionares zu Verschmelzungen kommen kann. Beim Rind (FREWEIN, 1962) bleiben die Grenzstränge der beiden Seiten stets voneinander getrennt. Die 5 Ganglia sacralia stehen meist über doppelte Rr. communicantes mit den Sacralnerven und besonders im kranialen Abschnitt über aufgeteilte Rr. interganglionares miteinander in Verbindung. Im kaudalen Bereich des Kreuzbeines sind zwischen den Grenzsträngen der beiden Seiten stets Rr. transversi zu beobachten.

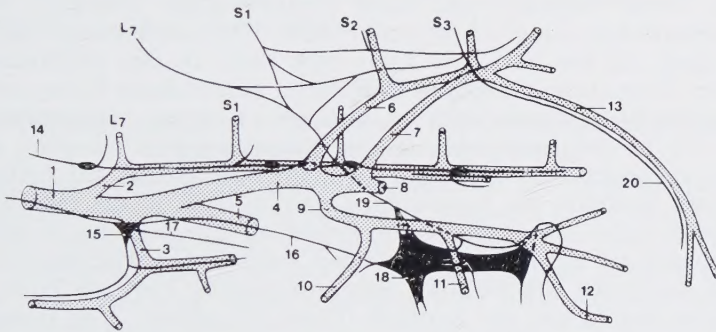


Abb. 3. Pars pelvina des Sympathicus und Ganglion pelvinum des Gerbil. Schematisch von links, 3,6fach vergrößert

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Aorta abdominalis | 11. A. vaginalis |
| 2. A. sacralis mediana | 12. A. pudenda interna |
| 3. A. mesenterica caudalis | 13. A. perinealis |
| 4. Linke A. iliaca communis | 14. Truncus sympathicus |
| 5. Rechte A. iliaca communis | 15. Ganglion mesentericum caudale |
| 6. A. sacralis lateralis | 16. Linker N. hypogastricus |
| 7. A. glutea caudalis | 17. Rechter N. hypogastricus |
| 8. A. iliaca externa | 18. Ganglion pelvinum |
| 9. A. iliaca interna | 19. N. pelvinus |
| 10. A. uterina | 20. N. pudendus |

Die Pars pelvina et caudalis des Grenzstranges (Abb. 3) beginnt beim 1. Kreuzsegment und verläuft beim Gerbil jederseits dicht an der A. sacralis mediana. Wegen seiner Feinheit ist der Grenzstrang in diesem Gebiet trotz Präparation unter der Lupe nur noch schwer erkennbar und nur bis zum kaudalen Ende des Kreuzbeines mit Sicherheit darzustellen.

Die regelmäßig segmental angeordneten Ganglien treten als feine, längliche Verdickungen des Grenzstranges hervor und liegen auf der Höhe der entsprechenden Aa. sacrales. Die Rr. interganglionares und die Rr. communicantes sind kurz und stets einheitlich, Rr. transversi konnten nicht nachgewiesen werden.

N. hypogastricus

Bei der Katze (FISCHER, 1906) und beim Kaninchen (BARONE et al., 1973) bilden die Verbindungsfasern zwischen dem Ggl. mesentericum caudale und dem Ggl. pelvinum jederseits ein bis zwei dickere und mehrere feinere Nerven, während sie sich beim Hund (SCHABADASCH, 1928) und beim Rind (FREWEIN, 1962) jederseits zu einem einheitlichen Nerven zusammenschließen. Beim Menschen (CLARA, 1953; GRAY, 1973) stellt diese Verbindung ein bandartiges Geflecht dar.

Beim Gerbil verläuft der N. hypogastricus (Abb. 3/16, 17) nach dem Austritt aus dem Ggl. mesentericum caudale jederseits als einheitlicher, kräftiger Nerv ohne Abzweigung nach kaudal und schwach lateral. Dabei ist er zunächst der ventrolateralen Fläche des Endabschnittes der Aorta abdominalis und in seinem weiteren Verlauf ventral der gleichseitigen A. iliaca communis angelagert. Nachdem er die A. uterina medial kreuzt, erreicht er seitlich am Rektum den kranialen Zipfel des Ggl. pelvinum.

Ggl. pelvinum

Bei allen unseren Haussäugetieren (FISCHER, 1906; SCHABADASCH, 1928; FREWEIN, 1962; BARONE et al., 1973) liegen die vegetativen Ganglienzellen, an welchen vorwiegend die parasympathischen Fasern der Nn. pelvini umgeschaltet werden, ähnlich wie beim Menschen (CLARA, 1953; GRAY, 1973) gruppenweise zusammengefaßt an und neben den Verbindungsstellen der Nervenfaserbündel des Plexus pelvinus.

Beim Gerbil hingegen sind diese Ganglienzellen jederseits zu einem großen, einheitlichen Ganglion pelvinum (Abb. 3/18) zusammengefaßt, das bis zu 4 mm lang, 1,5 mm hoch und 1 mm dick wird. In den zuführenden und abgehenden Ästen dieses Ganglions sind nur in allernächster Nähe zum Ganglion Ganglienzellen einzeln oder in kleineren Gruppen nachzuweisen. Am weitesten (bis 1,5 mm) sind solche in den ventral aus dem Ganglion abgehenden Ästen zu beobachten. Das Ggl. pelvinum liegt lateral auf halber Höhe des Rektums, oberhalb der Einmündung der Ureteren in die Harnblase und medial vom Corpus ossis pubis. Beim weiblichen Tier befindet es sich medial der A. vaginalis auf der Höhe der äußerlich sichtbaren Aufteilung des Uteruskörpers in die beiden Uterushörner. Beim männlichen Tier liegt es medial der A. prostatica und lateral des mittleren Prostata-Lappens. Von dorsal treten Äste des N. pelvinus (Abb. 3/19) und von kranial der N. hypogastricus (Abb. 3/16, 17) in das Ggl. pelvinum ein. Zusammen mit den Ästen der A. iliaca interna erreichen die abgehenden Nervenfasern in Form von perivaskulären Geflechten die entsprechenden Organe der Bauch- und Beckenhöhle.

Nn. pelvini

Bei der Katze (HIRT, 1934) entspringen die Nn. pelvini aus dem 2. und 3. Sacralnerven, beim Hund nach SCHABADASCH/MEDOWAR (1928) entweder aus dem 2. Kreuznerven allein oder sie besitzen je eine Wurzel aus dem 2. und 3. oder 1. und 2. Kreuznerven. Auch beim Rind (FREWEIN, 1960) ist ihr Ursprung nicht konstant. Immer stammen ihre Fasern aus dem 3. und 4. Kreuznerven, bei einem Teil der Tiere zusätzlich auch aus dem 2. Kreuznerven. Beim Menschen (GRAY, 1973) entspringen sie aus dem 2. und 3. Kreuznerven und bekommen oft noch Zuschüsse aus dem 4. Kreuzsegment. Bei allen genannten Tierarten und beim Menschen sind Verbindungsäste zwischen den Nn. pelvini und der Pars pelvina des Sympathicus Grenzstranges ausgebildet.

Beim Gerbil stammen die Fasern der parasympathischen Nn. pelvini aus dem 1. und 2. Sacralnerven, bekommen aber stets auch vom 7. Lendennerven einen beträchtlichen Zuschuß. Meist vereinigen sich diese Wurzelfäden kurz nach ihrem Ursprung zu einem einheitlichen Nerven (Abb. 3/19), nur in wenigen Fällen ziehen sie als zwei bis drei dünne Nervenfasern parallel zueinander zum dorsalen Rand des Ggl. pelvinum. Auf ihrem Weg dorthin gelangen sie auf die laterale Fläche des Enddarmes und kreuzen die A. sacralis lateralis sowie die A. iliaca externa und A. iliaca interna medial. Verbindungsäste

zwischen den Nn. pelvini und dem Grenzstrang konnten nicht nachgewiesen werden.

Zusammenfassung

Das Ggl. cervicale cran. liegt medial der großen Bulla tympanica. Im Halsbereich ist der N. sympathicus stets mit dem N. vagus zum Truncus vagosymphaticus vereinigt. Das Ggl. cervicale medium ist stets vorhanden. Die ersten 3—4 Thorakalganglien verschmelzen mit dem Ggl. cervicale caud. zum Ggl. stellatum, die übrigen Brustganglien sind segmental angeordnet, die Rr. interganglionares einfach und die Rr. communicantes z. T. doppelt ausgebildet. In der Lumbalregion sind die Ganglien z. T. miteinander verschmolzen, die verbleibenden Rr. interganglionares sind wie die Rr. communicantes zu den Lendennerven einfach. Der N. splanchnicus major trennt sich makroskopisch kaudal des Zwerfells vom Grenzstrang. Das unpaare Ggl. mesentericum cran. ist mit dem Ggl. coeliacum jeder Seite verschmolzen und über den N. intermesentericus mit dem Ggl. mesentericum caud. entlang der A. colica media und der A. colica sin. verbunden. Die Ggl. sacralia sind jederseits segmental angeordnet und besitzen ungeteilte Rr. communicantes und Rr. interganglionares. Das Ggl. pelvinum stellt jederseits einen großen, nicht unterteilten flachen Knoten dar. Die Nn. pelvini stammen aus dem 7. Lendennerven und dem 1. und 2. Kreuznerven.

Summary

The sympathetic trunk and its branches to the abdominal and pelvic viscera in the Gerbil (*Meriones unguiculatus*)

The cranial cervical ganglion was medial to the large tympanic bulla. In the neck the sympathetic trunk and vagus formed a vagosymphatic trunk. The middle cervical ganglion was always present. The first three or four thoracic ganglia fused with the caudal cervical ganglion to form the stellate ganglion. The remaining thoracic ganglia were arranged segmentally, and their rami interganglionares were single and their rami communicantes double. In the lumbar segments some of the ganglia were fused, the remaining rami interganglionares as well as the rami communicantes to the lumbar nerves were single. The greater splanchnic nerve, macroscopically, left the trunk caudal to the diaphragm. The single cranial mesenteric ganglion was fused to the right and left celiac ganglia and communicated with the caudal mesenteric ganglion through the intermesenteric nerve which ran along the middle and left colic arteries. The sacral ganglia were arranged segmentally and had single rami communicantes and interganglionares. The right and left pelvic ganglia were large, flat and separate. The pelvic nerves came from the 7th lumbar and the 1st and 2nd sacral nerves.

Résumé

Le tronc sympathique et ses rameaux aux viscères abdominaux et pelviens chez la Gerbille (*Meriones unguiculatus*)

Le Ggl. cervicale cran. est situé médialement à la volumineuse Bulla tympanica. En région cervicale, le N. sympathicus est constamment uni au N. vagus en un Truncus vago-symphaticus. Le Ggl. cervicale medium est toujours présent. Les 3—4 premiers ganglions thoraciques sont confondus avec le Ggl. cervicale caud. en un Ggl. stellatum; les autres ganglions thoraciques sont disposés de façon segmentaire; les Rr. interganglionaires sont simples, alors que les communicantes sont partiellement dédoublés. En région

lombar, les ganglions sont en partie fusionnés entre eux; les Rr. interganglionaires qui persistent sont simples, tout comme les Rr. communicantes aux nerfs lombaires. Le N. splanchnicus major se sépare macroscopiquement du tronc sympathique caudalement au diaphragme. Le Ggl. mesentericum cran., impair, fusionne de chaque côté avec le Ggl. coeliaque et, par-dessus le N. intermesentericus, s'unit au Ggl. mesentericum caud., le long de l'A. colica media et de l'A. colica sin. Les Ggl. sacralia sont, de chaque côté, disposés segmentairement et possèdent des Rr. communicantes et des Rr. interganglionaires indivis. Le Ggl. pelvinum présente de chaque côté un renflement volumineux, aplati et non subdivisé. Les Nn. pelvini procèdent du 7^e nerf lombar et des deux premiers sacrés.

Resumen

El sistema nervioso del gran simpático y sus ramificaciones para las vísceras abdominopélvicas en el jerbo (*Meriones unguiculatus*)

El ganglio cervical cran. se encuentra al lado medio de la gran Bulla tympanica. En la región del cuello el Simpático siempre se une con el N. vago para formar el Truncus vagosympathicus. El Ggl. cervicale medium existe siempre. Los primeros 3 a 4 ganglios torácicos se fusionan con el Ggl. cervicale caud. formando el Ggl. stellatum, los demás ganglios del torax se disponen por segmentos, teniendo Rr. interganglionares sencillos y Rr. comunicantes parcialmente dobles. En la región lumbar, a veces los ganglios se fusionan, los Rr. interganglionares restantes son simples, iguales a los Rr. comunicantes para los nervios lumbares. El N. splanchnicus major se separa macroscópicamente del simpático por debajo del diafragma. El Ggl. mesentericum cran. es impar y se fusiona con el Ggl. coeliacum de cada lado; además está conectado con el Ggl. mesentericum caud. por intermedio del N. intermesentericus, a lo largo de la A. colica media y de la A. colica sinistra. Los Ggl. sacralia se disponen en cada lado forma segmentaria y tienen Rr. comunicantes e interganglionares inseparables. El Ggl. pelvinum constituye en cada lado un nódulo grande, plano e indiviso. Los Nn. pelvini se originan del 7^o nervio lumbar y de los dos primeros nervios sacros.

Literaturverzeichnis

- ALLANSON, M., 1970: In: HAFEZ, E. S. E., Reproduction and breeding techniques for laboratory animals. Lea and Febiger, Philadelphia.
- ARRINGTON, L. R., T. C. BEATY and K. C. KELLY, 1973: Growth, longevity and reproductive life of the Mongolian gerbil. Lab. Anim. Sci., 23, 262—265.
- BARONE, R., C. PAVAU, P. C. BLIN et P. CUQ, 1973: Atlas d'Anatomie du Lapin. Masson, Paris.
- BROEK, A. J. P. VAN DEN, 1907: Untersuchungen über den Bau des sympathischen Nervensystems der Säugetiere. Morph. Jb. 37, 202—288.
- CLARA, M., 1953: Das Nervensystem des Menschen, 2. Auflage. Verlag J. A. Barth, Leipzig.
- DYCE, K. M., 1958: The splanchnic nerves and major abdominal ganglia of the horse. J. Anat. 92, 62—73.
- EHRAT, H., H. WISSDORF und E. ISENBUEGEL, 1974: Postnatale Entwicklung und Verhalten von *Meriones unguiculatus* MILNE-EDWARDS 1867 vom Zeitpunkt der Geburt bis zum Absetzen der Jungtiere im Alter von 30 Tagen. Z. Säugetierkunde 39, 41—50.
- FELDMAN, A., and O. G. MITCHELL, 1968: The postnatal development of the pelage and ventral gland of the male gerbil. J. Morph. 125, 303—314.
- FISCHER, J., 1906: Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den N. sympathicus einiger Tiere, insbesondere der Katze. Arch. wiss. prakt. Tierhk. 32, 89—106.
- FORSSMANN, W. G., et CH. ROUILLER, 1966: L'ultrastructure du ganglion cervical supérieur du rat. Z. Zellforschung 70, 364—385.
- FREWEIN, J., 1960: Die Wurzeln des Plexus pelvicus des Rindes. Schreiber Festschrift Wien. tierärztl. Mschr., 350—358.

- FREWEIN, J., 1962: Die Partes abdominalis, pelvina and coccygea systematis autonomici und deren periphere Geflechte bei *Bos taurus* L. *Morph. Jb.* 103, 361—408.
- FREWEIN, J., 1963: Der Anteil des Sympathicus an der autonomen Innervation des Rindermagens. *Wien. tierärztl. Mschr.* 50, 398—412.
- FREYENMUTH, P., 1974: Topographisch-anatomische Untersuchungen an Hals und Thorax der mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*). *Diss. med. vet.* Zürich.
- GRAU, H., 1943: In: ELLENBERGER, W., und H. BAUM: *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere*. 18. Auflage, Springer-Verlag, Berlin.
- GRAY, H., 1973: *Gray's Anatomy*, 35. Auflage. Longman, Edinburgh.
- GRZIMEK, B., 1969: *Grzimeks Tierleben*. Bd. 11, Kindler, Zürich.
- HIRT, A., 1934: Die vergleichende Anatomie des sympathischen Nervensystems. In: BOLK, L., GÖPPERT, E., KALLIUS, E., LUBOSCH, W.: *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere*. 2, I, 685—776.
- HUBBART, J. J., 1974: *The Peripheral Nervous System*. Plenum Press, New York and London.
- KRAMER, JR., A. W., 1964: Body and organ weights and linear measurements of the adult Mongolian gerbil. *Anat. Rec.* 150, 343—348.
- KUEHN, R. E., and J. ZUCKER, 1968: Reproductive behaviour of the Mongolian gerbil. *J. Comp. Physiol.* 66, 747—752.
- MARSTON, J. H., and M. C. CHANG, 1965: The breeding, management and reproductive physiology of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Lab. Animal Care* 15, 34—48.
- MEDOWAR, J. L., 1928: Die Nerven des Uterus und der Vagina des Hundes. *Z. Anat. Entw.-gesch.* 86, 776—799.
- RICH, S. T., 1971, 1972: Selected bibliography on gerbillinae. *Campus Veterinarian Division of Laboratory Animal Medicine*. The Center for the Health Sciences, University of California, Los Angeles 90024.
- RUEDLINGER, H. P., 1974: Anatomische und histologische Untersuchungen der Harnorgane und der männlichen Geschlechtsorgane der mongolischen Wüstenrennmaus, *Meriones unguiculatus*. *Diss. med. vet.* Zürich.
- SCHABADASCH, A., 1928: Die Nerven der Harnblase des Hundes. *Z. Anat. Entw.-gesch.* 86, 730—775.
- SCHENDEL, J., 1972: Anatomische Darstellung der Bauchorgane und deren arterielle Versorgung bei *Meriones unguiculatus*. *Diss. med. vet.* Hannover.
- SCHREIBER, J., 1959: Das Ganglion cervicale superius von *Bos taurus*. *Morph. Jb.* 99, 821—837.
- SEIFERLE, E., 1975: In: NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Bd. IV, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- STROMBERG, M. W., 1968: Das vegetative Nervensystem. In: MILLER, M. E., G. C. CHRISTENSEN and H. E. EVANS: *Anatomy of the dog*. Saunders, Philadelphia—London.

Anschrift der Verfasser: BEATRIX NABHOLZ und JOSEF FREWEIN, Vet.-Anat. Institut, Winterthurerstraße 260, CH-8057 Zürich.

